特集「シカの採食圧による植生被害防除と回復」

岐阜県山中峠湿原における野生哺乳類によるミズバショウ群落の攪乱

安藤正規^{*1)}・押山友美¹⁾・小澤一輝²⁾

1) 岐阜大学応用生物科学部 Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University

2) 岐阜大学大学院応用生物科学研究科 Graduate School of Applied Biological Sciences, Gifu University

摘要: 岐阜県高山市に位置する山中峠のミズバショウ群落では、近年野生哺乳類による湿原の攪乱によりミズバショウの減少が生じている。本研究では、攪乱をもたらす加害獣種を特定し、攪乱発生状況を明らかにすることを目的とした。加害獣種の特定のために、2010年7月8日～12月31日にかけて自動撮影装置による調査をおこなった。また、攪乱の種類や発生状況を明らかにするために、7月7日に湿原内の攪乱状況をベルトトランセクト法により調査した。自動撮影装置による調査の結果、ニホンジカがミズバショウの地上部を採食し、またニホンジカとイノシシが湿原を掘り返していることが明らかとなった。攪乱状況の調査の結果、優占種4種のうち採食痕を確認できた植物はミズバショウのみであった。またミズバショウの分布する地点で採食や踏みつけ等の攪乱がよく観察される傾向がみられた。さらに現地では、掘り返された地点においてミズバショウ根茎の採食も確認された。これらの結果から、近年の山中峠湿原におけるミズバショウの減少はニホンジカおよびイノシシによるミズバショウの採食や掘り返しが原因であることが明らかとなった。

キーワード: 湿原植、攪乱、ミズバショウ、ニホンジカ、イノシシ、自動撮影装置

ANDO, Masaki, OSHIYAMA, Tomomi and KOZAWA, Kazuki: **The occurrence of disturbance by wild mammals in *Lysichiton camtschatcense* Schott community on Yamanakatouge marsh, Central Japan**

Abstract: this study, we identified the wild mammals damaging white skunk cabbage (*Lysichiton camtschatcense* Schott) community on Yamanakatouge marsh located in Central Japan, and clarified the occurrence of disturbance caused by wild mammals. From July 8, 2010 to December 31, camera traps had been put in for identifying the wild mammals disturbing Yamanakatouge marsh. The types and occurrence of disturbance of Yamanakatouge marsh were also investigated by belt transect census on July 7. As a result of Camera trap method, these were confirmed that sika deer (*Cervus nippon* Temmink) had been browsing the top part of white skunk cabbage, and sika deer and wild boar (*Sus scrofa* L.) had been digging the root part of white skunk cabbage up. As a result of belt transect census, the plant species browsed by wildlife was only a white skunk cabbage among four dominant plant species. In addition, disturbance seemed to be observed frequently at the point where white skunk cabbage was distributed. The residua of white skunk cabbage of which root part were eaten by wild mammals were also observed in field observations. The results in this study suggest that the recent disturbance of white skunk cabbage community was caused by the browsing and digging of sika deer and wild boar.

Keywords: marsh vegetation, disturbance, white skunk cabbage, sika deer, wild boar, camera trap

1. はじめに

シカ科の動物の採食は生息地の森林植生に大きな影響を与える^{1,15)}ことが知られている。また、湿原植生への影響に関しては、北米のオジロジカ (*Odocoileus virginianus* Zimmermann) の湿原利用が草本層の構成や種子生産に影響を与え、湿原の植物の多様性を減少させた¹⁴⁾ことが報告されている。

日本国内でも、ニホンジカ (*Cervus nippon* Temmink, 以下シカ) の増加による森林植生への影響について注目が高まってきた²⁰⁾。植生学会企画委員会が2009～2010年に実施した「シカ影響アンケート調査」では、北海道から屋久島・五島列島までの全国に、また海岸付近から南アルプスの高山帯にまで、シカによる植生への悪影響が生じていることが明らかにされている¹⁶⁾。また、シカの湿原植生への影響につい

ては、1990年代に栃木県尾瀬湿原へのシカの侵入が観察され、ミツガシワ (*Menyanthes trifoliata* L.) 等の湿原植物が採食や掘り返しの影響を受けていた¹¹⁾ことが報告された。以降、尾瀬湿原やその北東に位置する沼原湿原、京都市深泥池湿原においてシカが湿原植生に影響をもたらした事例^{5, 7, 8, 17, 19)}が報告されている。前述の植生学会企画委員実施のアンケート調査においても、北海道の道東・道北や北関東の湿原植生でシカの採食の影響が確認されている¹⁶⁾。また、シカ以外の野生哺乳類に関して、岡山県前島にある湿原の一部はイノシシ (*Sus scrofa* L.) の泥浴びによりしばしば攪乱をうける²¹⁾と報告されている。

一般に、シカが湿原を利用することにより、湿原に以下の三つの影響がもたらされると考えられている¹⁹⁾。まず一つ目の影響として、湿原植物の採食が挙げられる。シカが好んで採食する植物種の分布は縮小し、逆にシカが採食しない植物種の分布は拡大する傾向がある。このことから、シカによる湿原植物への採食圧が変化すれば、湿原植生が大きく変化する可能性がある。二つ目の影響として、掘り返しや踏みつけによる土壌の攪乱が挙げられる。シカは前足を用いて地面を掘り返す⁷⁾。またイノシシも鼻先で地面を掘り返す¹⁰⁾ことが知られている。これらの野生哺乳類が湿原を掘り返す際、土壌が周囲の植物の上に盛られたり、掘り返しの対象となった植物の周辺に生育する植物まで一緒に掘り返されてしまうことがある⁷⁾。さらに、湿原での掘り返しは、湿原内の水の流れを変え、結果的に湿原の植生を変えることがある⁸⁾。踏みつけによる攪乱は、植物を物理的に倒すだけでなく、土壌の攪乱によって植物の定着を悪化させる可能性がある。三つ目の影響は、糞尿による湿原の富栄養化である。これらのことから、野生の大型有蹄動物が高密度で湿原に生息するようになると、湿原の多様性保全に悪影響が生じると考えられている^{14, 19)}。

岐阜県内でも、野生哺乳類によるとみられる湿原植生の被害が報告されている。高山市荘川支所地域振興課によれば、同市荘川町寺河戸地区山中峠の湿原（以下山中峠湿原）において、2006年と2009年に県指定の天然記念物であるミズバショウ (*Lysichiton camtschatcense* Schott) 群落が野生哺乳類により食い荒らされ、その分布が縮小している事が確認された（写真-1）。しかしながら、この被害に関する詳しい調査は実施されておらず、被害の発生時期や加害獣種については不明なままであった。

山中峠湿原における野生哺乳類によるミズバショウ群落の攪乱に対して適切な対策を検討するためには、加害獣種の特定や攪乱時期・攪乱状況の把握が必要不可欠である。そこで本研究では、(1)ミズバショウのフェノロジーおよび野生哺乳類による攪乱状況の観察、(2)自動撮影装置を用いた加害獣種の特定と侵入状況の確認、および(3)湿原の攪乱分布状況に関する調査をおこなった。また、本研究で得られた結果から、今後野生哺乳類による攪乱を防ぎ、山中峠のミズバショウ群落を保全していくための方策について検討した。

写真-1 2006年、2009年に確認されたミズバショウ群落の攪乱（高山市荘川支所提供）

a：攪乱の確認される前の様子（2006年5月27日）、b：2006年度の攪乱の様子（2006年8月12日）、c：2009年度の攪乱の様子（2009年7月21日）

Photo 1 The disturbance of white skunk cabbage community in 2006 and 2009 (Courtesy of Shokawa branch, Takayama city).

a：Before the disturbance occurred. (27-May, 2006), b：The disturbance in 2006. (12-Aug., 2006), c：The disturbance in 2006. (21-Jul., 2009)

2. 調査地と調査方法

2.1 調査地

調査地は岐阜県高山市荘川町寺河戸字山中山に位置する山中峠湿原（標高 1,335 m, 北緯 35°57'44", 東経 137°1'29"）（図-1）である。同湿原のミズバショウ群落は昭和 44 年 8 月 5 日に県の天然記念物（山中峠のミズバショウ群落）に、さらに昭和 51 年 2 月 3 日には県が定める自然環境保全地域の特別地域（山中山自然環境保全地域特別地区）に指定されている。山中峠湿原の面積は 1.07 ha で、湿原とその周囲に設けられた遊歩道およびブナ（*Fagus crenata* Blume）やミズナラ（*Quercus crispula* Blume）などからなる保護樹帯、さらに湿原の集水域となっている周囲のカラマツ（*Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière）人工林およびスギ（*Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don）人工林を合わせた 2.3 ha が岐阜県の天然記念物として指定をうけている^{4,6)}。自然環境保全地域としてもほぼ同様の 1.99 ha が特別地域として指定されている³⁾。山中峠湿原では湿原を取り囲む様に遊歩道が設置されていることから（図-1）、本研究においては、遊歩道で囲まれている範囲のみを調査対象とした。遊歩道外に存在する僅かな湿原植生については今回の調査地には含まないこととした。なお、山中峠湿原は山中山国有林内に位置しており、管

図-1 山中峠湿原の位置と現地における調査箇所の設定
“▲” は山中峠湿原の位置を示す。

実線は遊歩道、白丸と矢印は自動撮影装置とその撮影方向、二重線は攪乱状況調査のベルトトランセクトを示す。

Figure 1 The location and the sampling arrangement of Yamanakatouge marsh.

“▲” shows the location of Yamanakatouge marsh.

The solid lines show the walking trails, the circles and the arrows show the camera traps and its directions, and the double lines show the belt transects for investigating the wildlife damage disturbance.

理者である飛騨森林管理署荘川森林事務所によれば、積雪期間は 11 月下旬から 4 月中旬までである。また最大積雪深は 1.5 m を越える（著者らの現地調査による）。

2.2 ミズバショウおよびその他の優占植物

ミズバショウはサトイモ科ミズバショウ属に属する多年草である。太平洋西岸（東アジア）の冷温帯に分布し、日本国内では近畿地方以北、特に本州の日本海側や北海道の平地および山岳地帯にある湿原や池沼・小川等の水辺に多く群生している⁹⁾。山中峠のミズバショウ群落は、1976 年に現兵庫県養父市でミズバショウの隔離分布地が発見されるまでは国内の分布の南限であると考えられていた^{4,6)}。現在でもミズバショウの連続分布地の南限であり、生物地理学的にも重要な集団であると考えられる。ミズバショウは有毒植物でありシュウ酸カルシウムを含んでいる¹³⁾一方、シカやツキノワグマ（*Ursus thibetanus* Cuvier）による採食の報告^{7,8,11,12,18)}がある。

山中峠湿原では、ミズバショウ以外にヤマテキリスゲ（*Carex flabellata* H. Lévl. et Vaniot）、クログワイ（*Eleocharis kuroguwai* Ohwi）および未定のイネ科 A 種（*Poaceae* sp.）の被度が高く（小澤一輝・安藤正規、未発表データ）、これら 4 種の植物が優占していた。また、ミズバショウやヤマテキリスゲのような比較的大型の草本植物の下には、ミゾソバ（*Persicaria thunbergii* (Sieb. et Zucc.) H. Gross）やホソバノヨツバムグラ（*Galium trifidum* L. subsp. *columbianum* (Rydb.) Hultén）が多くみられた。これらの他にも、被度は限られるが、バイケイソウ（*Veratrum album* L. subsp. *oxysepalum* (Turcz.) Hultén）、ヤマドリゼンマイ（*Osmunda cinnamomea* L. subsp. *asiatica* (Fernald) Fraser-Jenk.）、アキノウナギツカミ（*Persicaria sagittata* (L.) H. Gross var. *sibirica* (Meisn.) Miyabe）、ハンゴンソウ（*Senecio cannabifolius* Less.）、サラシナショウマ（*Cimicifuga simplex* (DC.) Wormsk. ex Turcz.）等が生育していた。

2.3 調査方法

2.3.1 ミズバショウのフェノロジーおよび攪乱状況の観察

山中峠湿原におけるミズバショウのフェノロジーを大まかに把握するため、2010 年 2 月 16 日～12 月 7 日の期間中計 18 回、山中峠湿原のミズバショウのフェノロジーおよび攪乱状況を観察し、簡潔に記録した。調査開始当初は発見できるすべてのミズバショウの状況を観察した。また多くの株が目視で確認可能となった 4 月 28 日以降は、図-1 中の歩道沿いおよび 7 月 8 日以降に自動撮影装置を設置した地点の付近にあるミズバショウについて、毎回少なくとも 100 株以上のミズバショウを株・個体を特定せずに観察した。なお、本研究では、雄しべが出現した状態を開花として記録した。

2.3.2 自動撮影装置による哺乳類相の把握

6 月 24 日に実施されたフェノロジーおよび攪乱状況の観察において、一部のミズバショウの葉および花軸に野生哺乳類の食痕と思われる痕跡を確認した。これをうけ、湿原を利用する哺乳類相および野生哺乳類が湿原を利用する時期や時間帯の傾向を調べるため、2010 年 7 月 8 日に湿原内でミズ

バショウが多く分布している場所が写る7か所の立木に自動撮影装置 (GAMESPY i50: MOULTRIE Inc., USA) をそれぞれ1台ずつ設置した (図-1)。本調査で利用した自動撮影装置は赤外線感知センサーを備えており、自動撮影装置の前を人や哺乳類が通ると日付および時刻を写し込んだ静止画を撮影し、内蔵するSDカードに記録する仕組みを持っている。センサーの動体感知距離は約12mであり、またセンサーの感知範囲は本体の真正面のみである。自動撮影装置の設置高は地上高約1.5m (1台のみ1.8m) とし、各自動撮影装置が対象としたミズバショウに接近する野生哺乳類を検出できるように設置した。撮影写真の解像度は2メガピクセルに設定した。

ある自動撮影装置に同じ被写体が短時間で連続して撮影されるのを避けるため、1回の撮影の後に1分間の待機インターバルを設定した。SDカードは2週間毎に交換・回収し、電池は2~3か月に1度交換した。回収したSDカードに記録された静止画をコンピュータに取り込んで判読をおこない、センサーに反応した撮影対象を同定した。なお、調査期間中にSDカードの容量オーバーやバッテリー切れなどによる欠測期間は発生しなかった。

自動撮影装置によって撮影された写真のうち、調査者によるテスト撮影を除いたものを有効撮影とした。7月8日~12月31日において撮影された有効撮影写真すべてについて動作要因を検討し、また野生哺乳類が撮影されていた場合は獣種を識別した。この結果から、湿原を利用している哺乳類相を特定し、獣種ごとの撮影回数を集計した。なお本研究では、1分の待機インターバル後に同一の個体が続けて撮影されていると考えられた場合であっても、撮影された個体が同一か否かを検討せず、土地利用頻度の指標として単純に撮影回数を集計した。

さらに、野生哺乳類の出没時間の傾向を明らかにするため、日の入り後~日の出前 (以下夜間) に野生哺乳類が撮影された割合 $\{ = \text{夜間の撮影回数} / \text{全ての撮影回数} \times 100 (\%) \}$ (以下夜間撮影割合) を獣種別に算出した。その際、岐阜県の日入り時刻および日の出時刻については、大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台のwebサイト²⁾を参照した。

2.3.3 攪乱状況調査

野生哺乳類による攪乱のタイプを把握するため、また時期による攪乱の発生状況の違いを明らかにするため、さらに攪乱の発生とミズバショウとの関係の有無を確認するため、ミズバショウの攪乱が顕在化した2010年7月7日に、ベルトランセクト法による攪乱状況調査をおこなった。この際、調査者の湿原内への立ち入りによって攪乱の痕跡が判別困難となる事や、調査者自身が湿原を攪乱してしまう事等を避けるため、湿原上から地表面の写真を帯 (ベルト) 状に連続して撮影し、撮影された写真上で野生哺乳類の痕跡およびミズバショウを含む優占植物4種に生じた食痕を判別した。

湿原を横切る様にベルトランセクト (No. 1~No. 5) を設定し (図-1)、それぞれのベルトランセクトの始点と終

図-2 ベルトランセクトにおける攪乱状況調査の概略図
a: 調査者Aが釣り糸aを巻き取る事でゴンドラが移動する。
b: 調査者Bが釣り糸bを繰り出す事でスケールが地表面に降下する。

Figure 2 The schematic of belt transect census.

- a: The gondola moves when researcher A reels the line a.
b: The scale descends to ground when researcher B unree the line b.

点付近の立木を利用して、調査始点と終点とを直線で結ぶように測量用水系を張った (図-2 a)。この水系にベルトランセクト両端から牽引用の釣り糸を引くことによって移動させることのできるゴンドラ (地上高約1.5m~2m) を設置し、その中にコンパクトデジタルカメラ (Optio W80: HOYA 株式会社, 日本) を搭載した (図-2 a)。なお、牽引用の釣り糸の一方にはおもり付きのスケールを接続し、撮影毎にこの釣り糸を繰り出して地表面までスケールを降ろせるようにした (図-2 b)。インターバル撮影設定 (10秒毎) を施したコンパクトデジタルカメラを調査始点でゴンドラに載せ、終点で釣り糸を巻き取ることによってカメラの載ったゴンドラを水系に伝わせながらゆっくり移動させ、ベルトランセクト上の地表面を連続的に撮影した (図-2 a)。撮影時のフォーカス設定はオートフォーカスとし、解像度は12メガピクセルとした。

画像編集ソフト (GIMP2: The GIMP Development Team) を使用し、写し込まれたスケールを撮影サイズの指標として撮影された写真をつなぎ合わせたのち、写真上におおよそ現地に1m×1mとなるメッシュを重ね合わせ、このメッシュを解析単位としてミズバショウの有無と野生哺乳類の攪乱の有無を記録した。例えばベルトランセクトNo. 1の始点~終点間距離は49mであるが、この場合つなぎ合わされた写真上のメッシュ数は49となる。

本研究では、野生哺乳類による攪乱の痕跡として「踏みつ

け」・「掘り返し」・「採食」の3タイプの攪乱が確認されたため、各メッシュにおけるそれぞれの攪乱痕跡の有無を記録した。これらの分類基準について、「踏みつけ」は植物のなぎ倒しと直径が10 cm未満の土壌のくぼみ、「掘り返し」は直径が10 cm以上の土壌のくぼみと盛り返し、「採食」は食痕のある植物体を指標として判断した。なお、ミゾソバやホソバノヨツバムグラのように他の優占種の下層に繁茂する植物に食痕が生じた場合、上から撮影された写真ではその食痕を確認できない可能性が高い。よって、本研究では、優占種であり、また写真によって植物体の状況を明瞭に把握する事のできたミズバショウ、ヤマテキリスゲ、クログワイおよびイネ科A種の4種について、写真より食痕の有無を判読した。3タイプそれぞれのメッシュ数を集計するとともに、3タイプの攪乱のいずれかが確認されたメッシュを「攪乱メッシュ」として集計した。

7月7日の調査における全てのメッシュの記録を集計し野生哺乳類による攪乱があるメッシュの数と攪乱がないメッシュの数を算出した。この値を用いて、ミズバショウの有無と攪乱の有無についてカイ二乗検定をおこなった。

3. 結 果

3.1 ミズバショウのフェノロジーおよび攪乱状況の観察結果を表-1にまとめた。山中峠湿原では3月下旬～4月上旬に雪解けが始まり、4月中旬にはミズバショウの展葉が確認された。その後4月下旬に一部（観察した株の50%以下）の株で仏炎苞が広がりだしたのが確認され、5月中旬には目視で確認した全ての株の花軸が開花した。6月中旬には仏炎苞が枯れ葉の伸長が始まったが、6月下旬になると一部（観察した株の50%以下）の株で野生哺乳類の食痕が確認された。その後、採食や掘り返しをうける株が急激に増加し（写真-2 a, b, c）、8月上旬には調査時に観察した全てのミズバショウの地上部が採食をうけていた。掘り返しを受けたミズバショウについて、根茎が採食をうけた痕跡も確認された（写真-2 d, e）。ただし、掘り返しの攪乱を受けていない株については、地際に僅かに葉の付け根や根茎の先端が残っている株も多く（観察した株の50%以上）確認された。11月上旬にはこれらの株の地際部分において越冬芽の形成が確認された（写真-2 f）。

3.2 自動撮影装置による加害獣種の確認

調査期間中における7台の自動撮影装置の撮影回数は合計793回であった。有効撮影の動作要因は野生哺乳類（366回：シカ、イノシシおよび哺乳類と思われるが画像が不鮮明であったため同定ができなかったもの）の他、人間（117回：調査者および観光客等の訪問者）を撮影したもの、直射日光（36回）や風・雨・雪（234回）等の気象要因に反応したと考えられるもの、映像が不明瞭で動作要因が分からない不明（40回）に分けられた。

調査期間中に湿原内で撮影された野生哺乳類のうち、種を同定できたものはシカ（295回）とイノシシ（64回）であった。このうち、シカとイノシシの両者が同時に撮影された

表-1 ミズバショウのフェノロジーおよび攪乱状況の観察記録

Table 1 The observations of the phenology of white skunk cabbage and the occurrence of disturbance.

調査日	ミズバショウの様子	攪乱状況
2月16日	積雪により確認できず。	積雪により確認できず。
3月12日	同上	同上
4月12日	積雪は無くなり、展葉を確認した。	食痕は観察できず。
4月22日	葉の伸長を確認した。	同上
4月28日	仏炎苞が広がり始め、一部（50%以下）の株の開花を確認した。	同上
5月12日	ほとんど（90%以上）の株の開花を確認した。	同上
5月18日	目視で確認した全ての株の開花（花軸をもたない株を除く）を確認した。	同上
6月9日	一部（50%以下）の仏炎苞が枯れはじめ、葉がさらに伸長していることを確認した。	同上
6月16日	ほとんど（90%以上）の仏炎苞が枯れ、葉がさらに伸長している事を確認した。	同上
6月24日	葉がさらに伸長していることを確認した。	一部（50%以下）の株に食痕を確認した。
7月7日	被食により地上部の大部分が失われたため、フェノロジーを把握できなかった。	多く（50%以上）の株に食痕を確認した。
7月22日	同上	ほとんど（90%以上）の株に食痕を確認した。掘り返しを複数箇所で行った。
8月13日	同上	目視で確認した全ての株の地上部が採食されていた。一部（50%以下）の株は掘り返しにより消失した。
8月31日	同上	地上部が消失しているため、被食状況は確認できなかった。掘り返しの痕跡は増加していなかった。
9月24日	同上	同上
10月14日	同上	同上
11月8日	地上部を採食された株の地際で越冬芽の形成を確認した。	同上
12月7日	同上	同上

※パーセント表示は、その調査時において目視により観察された全ての花軸や株に対する割合を示す。

※The percentage in the table shows the ratio for all observed individuals in each observation.

ケースが1回あった。また、哺乳類と思われるが画像が不鮮明なため同定ができなかったものも8回あった。シカ・イノシシの撮影された日にちおよび時刻、また撮影回数を1週間毎および1時間毎に集計したヒストグラムを図-3に示した。自動撮影装置設置直後の1ヶ月間（7月8日～8月7日）はシカ・イノシシとも撮影回数が多かった（シカ203回、イノシシ61回）が、それ以降はシカ・イノシシともに撮影回数が減少した。夜間撮影割合は、シカで85.4%（252回/295回）、イノシシで64.1%（41回/64回）であった。

自動撮影装置による撮影の結果、シカがミズバショウの葉

写真-2 攪乱の状況と越冬芽の形成

- a : 湿原中央部にミズバショウが生育している。(7月8日)
 b : a と同地点からの撮影だがミズバショウが消失している。(7月21日)
 c : 地上部を採食されたミズバショウ。(7月22日)
 d : 掘り返しを受けた地点。(7月22日)
 e : d で発見したミズバショウの残滓。根茎を採食されている。(7月22日)
 f : 地上部が採食を受けた株に形成された越冬芽。(12月7日)
 ※a および b は自動撮影装置によって撮影された。

Photo 2 The status of disturbances and the forming of overwintering bud.

- a : White skunk cabbage growing in the marsh. (8-Jul.)
 b : The photo taken in the same place. White skunk cabbage had been missing. (21-Jul.)
 c : White skunk cabbage of which top part were eaten. (22-Jul.)
 d : Digging by wild mammals. (22-Jul.)
 e : The residuum of White skunk cabbage eaten by wild mammals. Root part were eaten. (22-Jul.)
 f : The overwintering bud formed by the eaten white skunk cabbage. (7-Dec.)

※“a” and “b” were taken with a camera trap

と花軸を食べていることが確認できた(写真-3 a)。さらに、イノシシが湿原を掘り返している写真や(写真-3 b) シカが地面に顔を突っ込んだ後だと判断できる写真も確認された。

3.3 攪乱状況調査

結果を表-2 にまとめた。写真を判読した結果、踏みつけ、掘り返しおよび採食の攪乱が確認できた(写真-4)。なお、湿原植生上層の優占種であるヤマテキリスゲ、イネ科 A 種、クログワイおよびミズバショウにおいては、ミズバショウのみで食痕が確認できた。ミズバショウの有無と各種攪乱の有無に関する解析の結果、ミズバショウが生育しているメッシュは、ミズバショウが生育していないメッシュよりも踏みつけ、採食が多く確認された(カイ二乗検定, $p < 0.01$, 表-3)。掘り返しについてはミズバショウの有無と攪乱との有意

図-3 山中峠湿原における野生動物の出没状況

散布図中の“+”はシカ, “O”はイノシシ, 点線は日出・日没時間を示す。また、横軸の目盛は各月の1日を示す。上側および右側のヒストグラムはそれぞれ週あたりの撮影回数および時刻あたりの撮影回数を示す。また、灰色のバーはシカ, 白のバーはイノシシを示す。

Figure 3 The trends of wildlife appearance on Yamanaka-touge.

“+” show sika deer, “O” show wild boar, and the dotted lines show dawn and dusk.

The scale of horizontal axis shows the first day of each month. Histograms in upper and right side show the number of camera trap shooting per week and per hour, respectively. Gray bar shows sika deer, and white bar shows wild boar.

な関係が見られなかった ($p > 0.05$)。

4. 考 察

本研究の結果から、山中峠湿原におけるミズバショウの攪乱はシカとイノシシによるものであり、それらがミズバショウを採食していることが明らかとなった。また攪乱状況調査の結果、ミズバショウが生育している場所ほど攪乱が多く確認された(表-3)。尾瀬や群馬県小松湿原においてミズバショウがシカの採食を受けたとの記録^{7,8,11,16)}は存在するが、採食の程度が調査された報告^{7,8)}を見る限り、その程度は軽微(観察したミズバショウのうち、10%以下の株に少し食痕が確認される程度)である^{7,8)}。過去の報告においては、本研究のように目視で観察したミズバショウの全ての株が地上部を採食されるような強度の攪乱は報告されていない。なぜ、山中峠湿原でこれほどの攪乱が生じるかは現時点で不明である。しかしながら、実際にミズバショウの分布縮小が確認されていることから、本調査地のミズバショウ群落を保全するためには、まずは採食への対策が必要であると考えられた。

自動撮影装置による調査の結果、シカ・イノシシともに自動撮影装置設置直後の1ヶ月間は調査期間内でも比較的撮

写真-3 自動撮影装置で撮影された野生哺乳類

a: ミズバショウを採食するニホンジカ

b: 湿原を掘り返すイノシシ

※現地踏査にてこの場所で掘り返しの痕跡を確認した。

Photo 3 Wild mammals shot by camera traps.

a: Sika deer browsing white skunk cabbage.

b: Wild boar digging wetland.

※The trace of digging was confirmed here by field observation.

表-2 各調査ラインにおけるミズバショウおよび各種攪乱の確認されたメッシュ数

Table 2 The number of mesh that white skunk cabbage and/or the disturbances were observed in each line transect.

ライン	総メッシュ数	調 査 項 目				
		ミズバショウ	踏みつけ	掘り返し	採食	攪乱※
No.1	49	20	33	5	8	34
No.2	42	21	28	12	14	35
No.3	25	14	15	5	11	18
No.4	46	5	7	5	0	12
No.5	39	4	3	5	2	8

※「踏みつけ」、「掘り返し」および「採食」のいずれかが確認されたメッシュ数

※The number of mesh that the disturbances (trampling, digging and browsing) were observed.

影回数が多い傾向がみられたが、多くのミズバショウ地上部が採食をうけて以降（8月上旬）から撮影回数が減少し（図-3）、9月以降には、イノシシは2回しか撮影されなかった。また、湿原内に設置した自動撮影装置で撮影された写真より、シカがミズバショウの葉と花軸を採食し、イノシシとシカが湿原を掘り返していることが確認できた。内藤・木村（1998）¹¹⁾は、尾瀬湿原において、シカによりミツガシワ、ヒメシロネ（*Lycopus maackianus* (Maxim. ex Herder) Mak-

写真-4 攪乱状況調査で判読された攪乱のタイプ

a: 踏みつけ b: 掘り返し c: 採食 d: 複合的な攪乱

Photo 4 The types of the disturbances detected in belt transect sensus.

a: Trampling. b: Digging. c: Browsing.

d: Complex disturbance.

表-3 ミズバショウの有無と各種攪乱の有無との関係

Table 3 The relationships between the presence/absence of white skunk cabbage and the disturbances.

		踏みつけ		掘り返し		採食		攪乱※	
		無	有	無	有	無	有	無	有
ミズバショウ	無	91	46	119	18	137	0	83	54
	有	24	40	50	14	29	35	11	53
カイ2乗検定の結果		$\chi^2 = 13.75$ P<0.001		$\chi^2 = 1.877$ P>0.05		$\chi^2 = 86.96$ P<0.001		$\chi^2 = 31.28$ P<0.001	

※「踏みつけ」、「掘り返し」および「採食」のいずれかが確認されたメッシュ数

※The number of mesh that the disturbances (trampling, digging and browsing) were observed

ino), ヤチスゲ (*Carex limosa* Linnaeus) 等が掘り起こしの影響を受けていることを報告しており、五十嵐ら（2001）⁷⁾は尾瀬湿原におけるシカによる掘り起こしの要因をミツガシワの根茎を採食するためであると考察している。本研究では、ミズバショウの存在と掘り返し痕跡について有意な関係が見られなかった（表-3）。一方、現地調査では、掘り返され根茎を採食されたミズバショウの残滓も確認されており（写真-2 d, e）、シカやイノシシがミズバショウ根茎を掘り返し採食した結果、掘り返しの確認されたメッシュでミズバショウが確認できなくなった可能性も考えられる。この点を明らかにするためには、固定調査プロットを設置し、ミズバショウの生育と攪乱発生に関する継続的なモニタリングを実施していくことが望ましい。

本研究ではミズバショウに野生哺乳類の食痕が確認されてから自動撮影装置を設置したため、7月8日以前の野生哺乳類による湿原の利用状況を把握できていない。このため野生哺乳類による湿原の利用の季節変化を把握するためには、積雪期から7月上旬までの期間において自動撮影装置による

調査を実施する必要がある。ミズバショウのフェノロジー観察調査では6月24日より前に食痕が確認されていないことから、野生哺乳類による湿原の利用は6月下旬から8月上旬にピークとなることが推察されるが、この点について今後の調査で明らかにしていく必要がある。

2010年11月8日および12月7日のフェノロジー観察において、地上部が採食されたミズバショウ株にも越冬芽を確認することができたが(表-1)、掘り返しを受け根茎を失ったミズバショウ株は翌シーズン以降の再生が困難であることが予想される。辻野ら(2007)¹⁹⁾によると、シカが好んで採食する植物のうち採食に対する耐性のない種の分布は縮小し、採食されない植物の分布は拡大する傾向がある。また、踏みつけや掘り返しによる土壌の攪乱は湿原内の水の流れを変え、さらに湿原植物の分布にも影響を与えると予想される⁸⁾。さらに、2006年に以降何度か湿原の攪乱が確認されているという経緯を踏まえると、山中峠湿原では今後も同様の攪乱が生じると予想される。ミズバショウ群落を保全していくためには、採食を受けたミズバショウがどのように推移していくのかを観察し、ミズバショウの各種攪乱に対する耐性についても評価していく必要があるだろう。

本研究によって、(1)加害獣種がシカとイノシシであること、(2)ミズバショウの採食は6月下旬に発生し始めること、(3)6月下旬から8月上旬の期間のうちにミズバショウの地上部がほぼ食べ尽くされてしまうこと、(4)8月中旬以降はシカおよびイノシシによる湿原の利用が減少したこと、の4点が明らかとなった。これらの結果より、6月下旬以降に発生するシカやイノシシの湿原への侵入とこれに伴うミズバショウの採食を防ぐ事が、湿原の保全のために重要であると考えられた。よって、当面山中峠湿原のミズバショウ群落を保全していくためには、少なくとも6月下旬から8月中旬において柵等による野生哺乳類の侵入防止対策を講じる必要がある。一方、本研究で8月中旬以降にシカおよびイノシシの湿原の利用が減少したのは、主な採食対象となっていたミズバショウの地上部が8月上旬に消失したためである可能性も考えられる。したがって、上記の侵入防止対策については、ミズバショウの地上部が枯れ越冬芽が形成される11月上旬まで継続するのがより好ましいと思われる。その後、柵等の設置や維持管理のコスト、防除効果および植生への影響をモニタリングしながら、長期的な保全の方策を慎重に検討していくべきであろう。

謝辞：岐阜大学地域科学部地域政策学科地域環境講座の肥後睦輝教授、総合地球環境学研究所(現所属：奈良教育大学自然環境教育センター准教授)の辻野亮氏には、本調査において調査方法の検討ならびに植物の同定にご指導、ご協力いただいた。中部森林管理局飛騨森林管理署、高山市荘川支所、高山市教育委員会、岐阜県教育委員会、および寺河戸町内会の皆様には調査の許可や現地作業等で多大なご協力をいただいた。2名の匿名の校閲者には本論文に関して大変貴重なご指摘、ご提案をいただいた。ここに記して感謝申し上げる。

引用文献

- 1) Côté, S.D., Rooney, T.P., Tremblay, J.P., Dussault, C. and Waller, D.M. (2004) Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35: 113-147.
- 2) 大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台(オンライン)天文情報センター 暦計算室 こよみの計算, <http://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/koyomix.cgi> (2013/4/28 閲覧)
- 3) 岐阜県環境生活部自然環境保全課 自然環境保全地域一覧, <http://www.pref.gifu.lg.jp/kankyo/koen-hodo/hozenchiiki/hozen-ichiran.html> (2013/7/30 閲覧)
- 4) 岐阜県教育委員会(1971) 岐阜県指定文化財調査報告書 第十四巻, 岐阜県教育委員会, 91 pp.
- 5) 林光武(2011) 那須山地沼原湿原におけるニホンジカ *Cervus nippon* およびイノシシ *Sus scrofa* の確認記録(2007-2010年), 栃木県立博物館研究紀要, 自然, 28: 29-34.
- 6) 堀武義・稲葉左馬吉・牛丸周太郎(1981) 岐阜県の天然記念物 植物・動物・鉱物(下), 教育出版文化協会, 196 pp.
- 7) 五十嵐知行・伊藤健彦・内海有希・高田まゆら(2001) 尾瀬に侵入したシカが湿原植物群落におよぼす影響, 第10期プロ・ナトゥーラ・ファンダ助成成果報告書, :7-14
- 8) Igarashi, T. and Takatsuki, S. (2008) Effects of defoliation and digging caused by sika deer on the Oze mires of central Japan, *Biosphere Conservation*, 9(1): 9-16.
- 9) 河野昭一(1990) *Field Watching ① 深緑の季節を歩く*, 北隆館, 116 pp.
- 10) 小宮輝之(2002) フィールドベスト図鑑12 日本の哺乳類, 学習研究社, 264 pp.
- 11) 内藤俊彦・木村吉幸(1998) 尾瀬のニホンジカ, 尾瀬の総合研究, 尾瀬総合学術研究団, 725-739.
- 12) 内藤俊彦・竹原明秀(1998) 尾瀬のミズバショウ, 尾瀬の総合研究, 尾瀬総合学術研究団, 501-527.
- 13) 奥井真司(2003) 毒草大百科 愛蔵版, データハウス, 319 pp.
- 14) Pellerin, S., Huot, J. and Côté S.D. (2006) Long term effects of deer browsing and trampling on the vegetation of peatlands, *Biological Conservation*, 128(3): 316-326.
- 15) Rooney, T.P. and Waller, D.M. (2003) Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems, *Forest Ecology and Management*, 181(1): 165-176.
- 16) 植生学会企画委員会(2011) ニホンジカによる日本の植生への影響—シカ影響アンケート調査(2009~2010)結果—, 植生情報, 15: 9-96.
- 17) Takatsuki, S. (2003) Use of mires and food habits of sika deer in the Oze Area, central Japan. *Ecological Research*, 18(3): 331-338.
- 18) 豊国秀夫(1988) 山溪カラー名鑑 日本の高山植物, 山と溪谷社, 719 pp.
- 19) 辻野亮・松井淳・丑丸敦史・瀬尾明弘・川瀬大樹・内橋尚妙・鈴木健司・高橋淳子・湯本貴和・竹門康弘(2007) 深泥地湿原へのニホンジカの侵入と植生に対する採食圧, 保全生態学研究, 12(1): 20-27.
- 20) 湯本貴和・松田裕之(2006) 世界遺産をシカが喰う シカと森の生態学, 文一総合出版, 213 pp.
- 21) 財津一行・松岡憲吾・太田謙・波田善夫(2007) 岡山県前島の植生, *Naturalistae*, 11: 31-46.

(2013. 10. 28 受理)